

УДК 595.133:59.006

**СКРЕБНИ *PROSTHENORCHIS* CF. *ELEGANS*
(ARCHIACANTHOCEPHALA: OLIGACANTHORHYNCHIDAE) —
ПАРАЗИТЫ ПРИМАТОВ МОСКОВСКОГО ЗООПАРКА**

© С. Г. Соколов,^{1*} М. В. Альшинецкий,² М. В. Березин,²
Б. Д. Ефейкин,¹ С. Э. Спиридонов¹

¹ Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН,
Ленинский пр., 33, Москва, 119071

* E-mail: sokolovsg@mail.ru

² Московский зоопарк,
ул. Б. Грузинская, 1, Москва, 123242
Поступила 09.11.2015

У приматов Московского зоопарка обнаружены скребни *Prosthenorchis* cf. *elegans*. Личинки этих паразитов (цистаканты) найдены в рыжих тараканах *Blattella germanica*, отловленных около вольеров зараженных животных. Приведены описания и рисунки взрослых скребней и их личинок. Анализ ITS1 рДНК и гена CO1 мтДНК *Prosthenorchis* cf. *elegans* показывает филогенетическую связь данных скребней с несколькими представителями класса Archiacanthocephala. Полученные молекулярно-генетические данные не подтверждают монофилию сем. Oligacanthorhynchidae и отряда Oligacanthorhynchida.

Ключевые слова: Archiacanthocephala, Oligacanthorhynchida, Oligacanthorhynchidae, *Prosthenorchis* cf. *elegans*, *Eulemur macaco*, *Saguinus oedipus*, *Saguinus fuscicollis*, *Saguinus midas*, *Blattella germanica*, цистакант, промежуточный хозяин, ITS1 рДНК, CO1 мтДНК, филогения, Московский зоопарк.

При аутопсии 4 видов приматов, погибших в Московском зоопарке в 2012—2014 гг., обнаружены скребни *Prosthenorchis* cf. *elegans*. Представители рода *Prosthenorchis* Travassos, 1915 неоднократно регистрировались как патогены обезьян (Chandler, 1953; Moore, 1970; Alfaro et al., 2008). Поскольку пораженными оказались особи, родившиеся и прожившие несколько лет в вольерах зоопарка, были предприняты попытки поиска промежуточных хозяев данного паразита. Личинки скребней были найдены в рыжих тараканах *Blattella germanica* (L., 1767), отловленных около вольеров зараженных животных.

Цель работы — подтверждение принадлежности обнаруженных личинок и взрослых скребней к одному виду, а также определение филетических связей рода *Prosthenorchis* с другими представителями класса Archiacanthocephala.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Погибшие обезьяны были вскрыты в отделе ветеринарии Московского зоопарка в мае и сентябре 2012 г., в апреле 2013 г. и в июне 2014 г. Обнаруженных скребней отмывали в воде и фиксировали в 4%-ном растворе формальдегида без придавливания. Часть живых скребней замораживали при -18°C для последующего извлечения ДНК. Все детали внутреннего строения скребней определены при вычленении отдельных органов из тел паразитов и их последующим изучением в глицериновой среде с использованием светового микроскопа Zeiss AXIO Imager A1.

Помимо этого, из вольтер зараженных обезьян обследованы 3 выборки рыжих тараканов, отловленных 26.07.2012 (26 самцов, 24 самки, 26 нимф), 14.09.2012 (23 самца, 17 самок, 30 нимф) и 12.05.2013 (16 самцов, 33 самки, 27 нимф). Тараканов вскрывали препаровальными иглами и просматривали под стереомикроскопом OPTIKA SZM 2 (Италия). Личинок скребней фиксировали 70%-ным этанолом с придавливанием покровным стеклом, обеспечивающим выворачивание хоботка. Микроскопирование осуществлялось по глицериновым препаратам.

Для изучения в сканирующем электронном микроскопе часть материала по взрослым скребням и личинкам обезвоживали в этаноле возрастающей концентрации (70, 96, 100%), абсолютном ацетоне и сушили в аппарате НСР-1. После сушки образцы наклеивали на алюминиевые столики и напыляли золотом.

Для проведения полимеразной цепной реакции (ПЦР) из замороженных взрослых скребней и личинок извлекали ДНК с помощью колонок Wizard(R) SV Genomic DNA Purification System фирмы Promega по протоколу производителя. ПЦР проводили с использованием набора Encyclo-Plus PCR Kit с рекомендованными производителем параметрами, добавлении 1.2—1.6 мкл экстрагированной ДНК. Последовательности участка первой рибосомальной спейсерной последовательности ITS1 рДНК амплифицировали с помощью праймеров BD1f — 5' GTC GTA ACA AGG TTT CCG TA 3' и BD2r — 5' TAT GCT TAA ATT CAG CG 3' (Kralova-Hromadkova et al., 2003). Частичную последовательность митохондриального гена цитохромоксидазы I (CO1 мтДНК) амплифицировали с помощью так называемых праймеров Фолмера: LCO1490 — 5' GGT CAA CAA ATC ATA AAG ATA TTGG 3' и HCO2198 — 5' TAA ACT TCA GGG TGA CCA AAA AAT CA 3' (Folmer et al., 1994). Полученные продукты ПЦР выявляли в 1%-ном агарозном геле в присутствии бромистого этидия, а в дальнейшем полученный ПЦР-продукт очищали электрофорезом в 0.8%-ном агарозном геле, вырезая и очищая его с помощью набора Wizard® SV Gel and PCR Clean-Up System. Для дополнительной очистки ПЦР-продукт пересаживали этанолом в присутствии ацетата аммония.

Поскольку была обнаружена гетероплазмия по участку ITS1 рДНК первичный ПЦР-продукт для этого фрагмента клонировали в плазмидном векторе «pGEM®-T Vector System II». Для этого 0.5 мкл ПЦР продукта лигировали в смеси с 1 мкл 2-лигационного буфера, 1 мкл pGEM-T вектора, 1 мкл ДНК лигазы и 1 мкл стерильной воды. Смесь инкубировали при 4°C в течение 8 ч, после чего 2 мкл лигационной смеси использовали для трансформации компетентных клеток JM 109. Чашки Петри с трансфор-

мированными клетками инкубировали при температуре 37 °С в течение ночи. Клетки из белых колоний трансформантов использовали для засева LB-бульона. Бактериальную массу, развившуюся в бульоне после 12 ч при 37 °С, использовали для выделения плазмидной ДНК с помощью набора Wizard® SV Minipreps фирмы Promega. Секвенирование с теми же праймерами, что использовались и для получения первичного ПЦР-продукта, проводилось в центре коллективного пользования «Геном». Полученные хроматограммы анализировали с помощью программы Chromas, переводили в Fasta-формат и сравнивали с имеющимися в ГенБанке NCBI нуклеотидными данными с помощью программ RAUP 4.0b10 и MEGA 5.0. В ГенБанке NCBI были под номерами KP997251 и KP997252 депонированы последовательности клонов А и В соответственно. Частичная последовательность гена CO1 мтДНК была депонирована под номером KP997253. Все депонированные последовательности были получены от взрослых скребней.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Взрослые скребни

Хозяева: черный лемур *Eulemur macaco* (L., 1766), эдипов тамарин *Saguinus oedipus* (L., 1758), буроголовый тамарин *Saguinus fuscicollis* (Spix, 1823), краснорукий тамарин *S. midas* (L., 1758).

Зараженность, локализация и патогенность: все обнаруженные скребни (от 10 до нескольких десятков экземпляров) локализовались в тонком кишечнике павших лемуров и тамаринов, при этом отмечены случаи изъязвления или прободения стенки кишечника.

Описание (рис. 1, А, В, Г; 2; 3). Тело плотное, удлинненное, молочно-белого цвета. Хоботок округлый с апикальным выступом, вооружен 36-ю крючьями, расположенными в 6 спиральных рядах, по 6 крючков в каждом (рис. 1, А; 2). Размеры крючьев одного ряда уменьшаются от вершины к основанию хоботка. Внутренние края лезвий всех крючьев с выраженной привершинной зазубриной. Помимо нее внутренние края лезвий первых и вторых крючьев каждого спирального ряда несут многочисленные зубчики (рис. 1, В). Первые, вторые и третьи хоботковые крючья каждого спирального ряда с развитыми передними отростками на корнях, корни остальных крючьев рудиментарные, без отростков. Шейка короткая, с парой крупных латеральных папилл. Передний край метасомы окружен воротничком, несущим 21—24 продольные складки. Хоботковое влагалище толстостенное, прикрепляется внутри хоботка. Ретракторы хоботка хорошо развитые. Церебральный ганглий в средней части хоботкового влагалища. Лемниски лентовидные. Имеется парный протонефридийный орган.

Самка (п = 7 экз., размеры по 1 особи). Длина метасомы 21.8 мм; наибольшая ширина 1.8 мм, приходится на среднюю часть. Переднеметасомный воротничок с 21—24 складками. Величина хоботка 0.434 × 0.509 мм, длина шейки 0.248 мм. Длина лезвия первого крючка в спиральном ряду 0.135 мм, второго — 0.117, третьего — 0.098, четвертого — 0.074, пятого — 0.067, шестого — 0.061 мм. Длина хоботкового влагалища 1.0 мм.

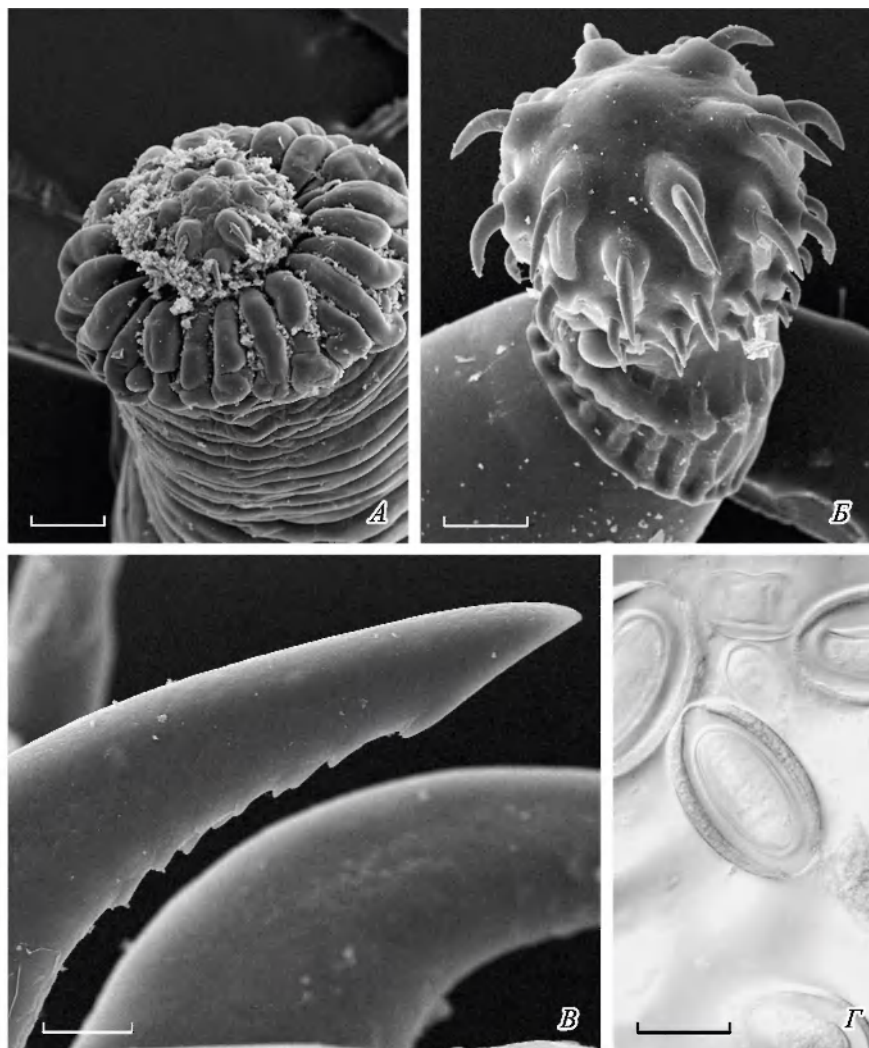


Рис. 1. Детали строения *Prothenorchis* cf. *elegans*.

A — передний конец тела взрослой особи, *Б* — то же цистаканта, *В* — лезвие хоботкового крючка, *Г* — яйцо. Масштабные линейки, мм: *A* — 0.2, *Б* — 0.1, *В* — 0.01, *Г* — 0.3.

Fig. 1. Details of morphology of *Prothenorchis* cf. *elegans*.

Длина лемнисков 6.2 и 5.3 мм. Маточный колокол воронковидный, отделен от сортировочного аппарата сфинктеральным клапаном. Сортировочный аппарат с двумя боковыми карманами и вентральным отверстием для выхода незрелых яиц (рис. 3, *A*). Трубчатая матка отделена от сортировочного аппарата и вагины сфинктеральными клапанами. Половое отверстие субтерминальное, на расстоянии 0.336 мм от заднего края тела. Яйца 0.064—0.080 × 0.040—0.050 мм. Проксимальная часть экскреторной системы представлена парным протонефридиальным органом, расположенным у переднего края маточного колокола (рис. 3, *A*).



Рис. 2. Хоботковые крючья *Prosthenorchis* cf. *elegans*.

1—6 — порядковые номера крючьев в спиральных рядах. Масштабная линейка — 0.4 мм.

Fig. 2. Proboscis hooks of *Prosthenorchis* cf. *elegans*.

Самец ($n = 12$ экз., размеры по 1 особи). Длина метасомы при инвагированной копулятивной бурсе 12.9 мм; наибольшая ширина 1.6 мм, приходится на среднюю часть. Переднеметасомный воротничок с 21—24 складками. Величина хоботка 0.372×0.422 мм, длина шейки 0.273 мм. Длина лезвия 1-го крючка в спиральном ряду 0.129 мм, 2-го — 0.113, 3-го — 0.092, 4-го — 0.080, 5-го — 0.074, 6-го — 0.055 мм. Длина хоботкового влагалища 0.881 мм. Длина лемнисков 6.1 и 4.7 мм. Два семенника расположены друг за другом в средней части метасомы; передний семенник 1.278×0.722 мм, задний — 1.611×0.528 мм. Цементных желез восемь (рис. 3, Б). Протоки цементных желез с примыкающими к ним экскреторным каналом, семяпроводом и органом Сэфтигена помещаются в окруженном мышечной стенкой мужском влагалище. Проксимальная часть экскреторной системы, состоящая из парного протонефридиального органа и экскреторного пузыря, расположена у переднего края мужского влагалища, с его дорсальной стороны (рис. 3, Б).

Цистаканты

Хозяин: рыжий таракан *Blattella germanica* (L., 1767).

Локализация: полость тела.

Показатели зараженности: встречаемость личинок скребня у самцов тараканов варьировала в пределах 23.1—42.3 %, самок — 39.4—56.3 %, нимф — 34.8—58.8 %, при интенсивности инвазии 1—4 экз. у всех групп насекомых. Во всех случаях обнаружены только инвазионные личиночные стадии скребней — цистаканты.

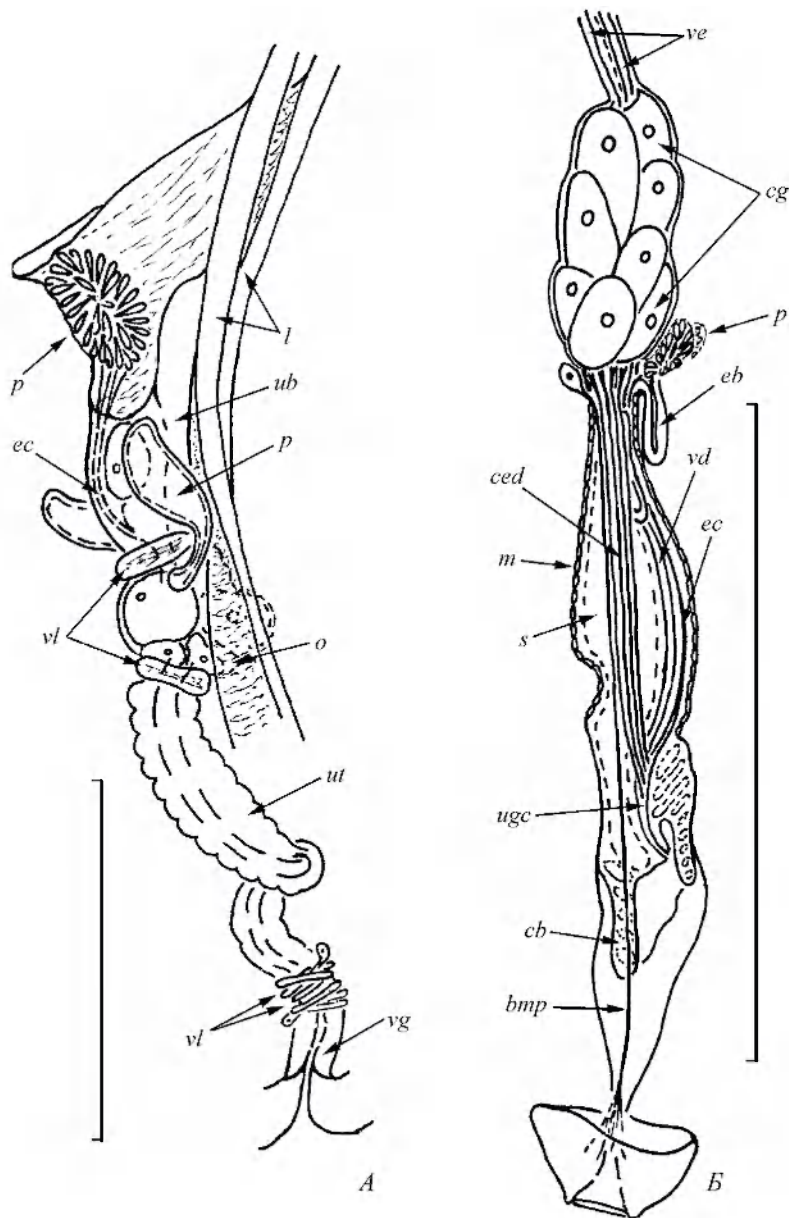


Рис. 3. Дистальные отделы половой системы *Prosthenorchis* cf. *elegans*.

A — самка, *B* — самец. *bmp* — протрактор половой бursы, *cb* — копулятивная бурса, *cg* — цементные железы, *ced* — протоки цементных желез, *eb* — экскреторный пузырь, *ec* — экскреторный канал, *l* — лигамент, *m* — мышечная стенка мужского влагалища, *o* — вентральное отверстие сортировочного аппарата, *p* — протонефридиальный орган, *s* — орган Сэфтигена, *ugc* — урогенитальный канал, *vd* — семяпровод, *ve* — семявыносящие каналы, *vg* — вагина, *vl* — сфинктеральный клапан, *ub* — маточный колокол, *ut* — матка. Масштабные линейки, мм: *A* — 0.9, *B* — 2.

Fig. 3. Distal parts of the genital system of *Prosthenorchis* cf. *elegans*.

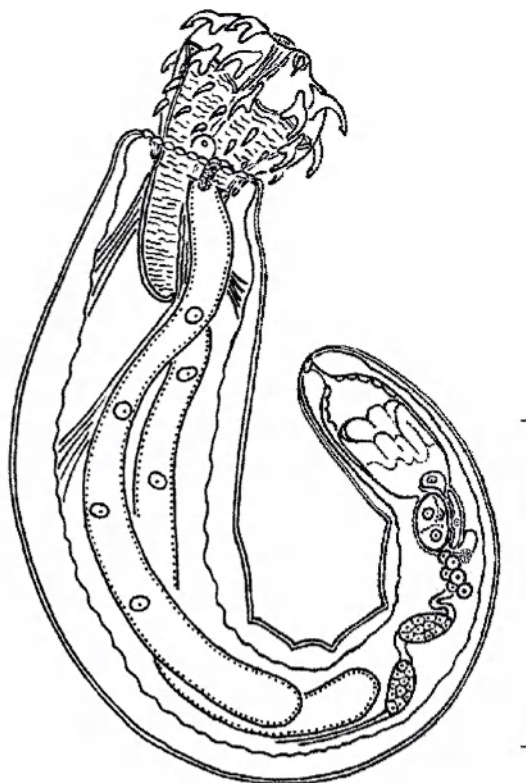


Рис. 4. Цистакант-самец *Prosthenorchis* cf. *elegans* из полости тела рыжего таракана.
Fig. 4. Cystacanth-male of *Prosthenorchis* cf. *elegans* from the body cavity of the German cockroach.

Описание (рис. 3, Б; 4). Тело плотное, крючковидно изогнутое, заключено в эллипсовидное образование с мягкой стенкой и обширным внутренним пространством. Личинка располагается внутри его свободно, не касаясь стенок. Эвагинированный хоботок овоидный. Формула хоботкового вооружения (6×6) и морфология крючьев соответствует таковой взрослых особей. Шейка короткая с парой крупных латеральных папилл. Передний край метасомы окружен складчатым воротничком (ввиду частичной инвагинации переднего края метасомы точное число складок определить не удалось). Хоботковое влагалище толстостенное, прикрепляется внутри хоботка. Ретракторы хоботка хорошо развитые. Церебральный ганглий в средней части хоботкового влагалища. Лемниски лентовидные.

Цистакант-самка ($n = 3$ экз., размеры по 1 экз.). Метасома — 3.0×0.6 мм; эвагинированный хоботок — 0.307×0.368 мм, хоботковое влагалище — 0.552 мм при ширине на уровне церебрального ганглия 0.165 мм, лемниски — 1.518×0.110 и 1.806×0.104 мм. Длина лезвия 1-го крючка в спиральном ряду 0.107 мм, 2-го — 0.104 , 3-го — 0.086 , 4-го — 0.074 , 5-го — 0.061 , 6-го — 0.055 мм. Имеются яичники и зачаточный яйцевыносящий аппарат — маточный колокол, сортировочный аппарат и трубчатая матка. Морфология и локализация протонефридиального органа соответствует таковым у взрослых особей.

Цистакант-самец ($n = 3$ экз., размеры по 1 особи, рис. 4). Метасома — 2.5×0.5 мм, эвагинированный хоботок — 0.286×0.337 мм, хоботковое влагалище — 0.552 мм при ширине на уровне церебрального ганглия 0.165 мм, лемнiski — 1.368×0.110 и 1.533×0.098 мм. Длина лезвия 1-го крючка в спиральном ряду 0.104 мм, 2-го — 0.098 , 3-го — 0.086 , 4-го — 0.064 , 5-го — 0.050 , 6-го — 0.036 мм. Отчетливо различимы зачатки 2 семенников, 8 цементных желез, мужского влагалища и копулятивной бурсы. Морфология и локализация протонефридиального органа и экскреторного пузыря соответствует таковым у взрослых особей.

Анализ нуклеотидных последовательностей *Prosthenorchis* cf. *elegans*

Выравнивание полученной последовательности спейсерного участка ITS1 р ДНК и митохондриального гена цитохромоксидазы I (CO1) с такими же последовательностями родственных форм, выявленных с помощью алгоритма BLAST (Altschul et al., 1990), представлено на рис. 5. Анализ этих 2 участков ДНК *Prosthenorchis* cf. *elegans* показывает филогенетическую связь данных скребней с несколькими представителями класса Archiacanthocerphala. Однако на полученных филограммах скребни этого класса не образуют групп, имеющих общую семейственную и даже отрядную принадлежность. В частности, *Oligacanthorhynchus tortuosa* (Leidy, 1850), принадлежащий к типовому роду сем. Oligacanthorhynchidae, объединяется с другими представителями данного семейства (*Macracanthorhynchus ingens* (Linstow, 1879), *Oncicola* sp. и *Prosthenorchis* cf. *elegans*) только в комплексе со скребнями из отрядов Moniliformida (по ITS1) или Gigantorhynchida (по CO1). Наиболее близким к *Prosthenorchis* cf. *elegans* в ITS1 рДНК и CO1 мтДНК филограммах оказывается *Oncicola* sp.

При длине выравнивания участка ITS1 рДНК у *Prosthenorchis* cf. *elegans* в 755 пар нуклеотидов (п. н.) информативными для филогенетического анализа оказываются 613 п. н. Между 2 изученными клонами *Prosthenorchis* cf. *elegans* различия по ITS1 rDNA участку составляют 3 п. н. При этом отличия от ближайшего соседа *Oncicola* sp. у этих клонов составляют 71—72 п. н. Отличия от последовательности скребня *Macracanthorhynchus ingens* составляют 134 п. н., а от скребней *Moniliformis moniliformis* (Bremser, 1811) — 133 п. н. В выравнивании участка CO1 мтДНК у *Prosthenorchis* cf. *elegans* длиной 601 п. н. при 383 информативных позициях этот паразит отличается от *Oncicola* sp. на 114 п. н., от *M. ingens* — на 165, а от *M. moniliformis* — на 183 п. н.

Последовательность ITS1, полученная с матрицы ДНК цистаканта *Prosthenorchis* cf. *elegans* оказалась идентичной ITS1-последовательности (клон А) взрослых скребней. Учитывая значительную изменчивость этого участка, полное совпадение последовательностей (длина выравнивания ампликона личинок и взрослых составляет 649 п. н.) доказывает принадлежность исследованных личинок и взрослых скребней к одному биологическому виду.

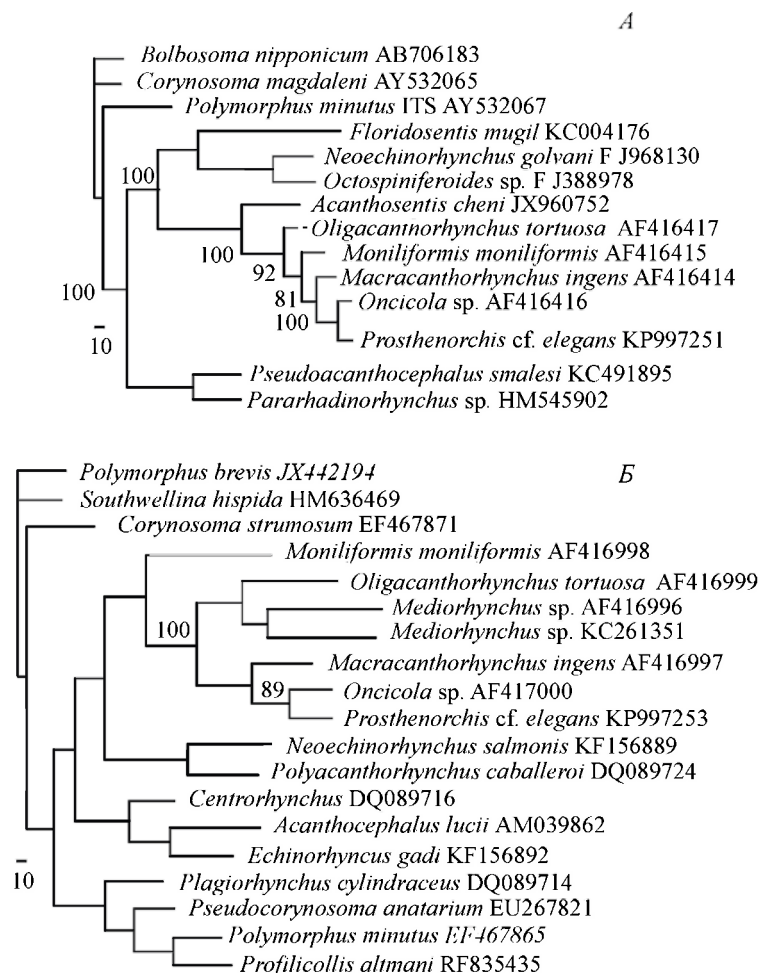


Рис. 5. Филогенетические отношения *Prostenorchis cf. elegans* с другими видами скребней. А — анализ последовательностей ITS1 рДНК, Б — анализ последовательностей CO1 мтДНК. Анализ методом максимальной экономии (парсимонии). Рядом с узлами указаны значения бутстрэп-поддержки (> 70 %), полученные при 1000 псевдоповторах анализа. Линейки соответствуют 10 нуклеотидным заменам.

Fig. 5. Phyletic relationships of *Prostenorchis cf. elegans* c with other acanthocephalans.

ОБСУЖДЕНИЕ

Структура рода *Prostenorchis* подвергалась неоднократному пересмотру (Travassos, 1917; Meyer, 1933; Machado Filho, 1950; Петрович, 1958; Schmidt, 1972; Golvan, 1994). Согласно воззрениям Шмидта (Schmidt, 1972), скорректированным Амином с соавт. (Amin et al., 2008), этот таксон объединяет скребней сем. Oligacanthorhynchidae со складчатым воротничком в передней части метасомы, развитыми передними отростками на корнях дистальных хоботковых крючьев, хоботком, лишенным сетчатой орнаментации из тегументальных сосочков, и рядом других характеристик. Род *Prostenorchis* sensu Schmidt, 1972 содержит 4 вида: *P. elegans*

(Diesing, 1851), *P. lemuri* Machado Filho, 1950, *P. fraterna* (Baer, 1959) и *P. cerdocyonis* Gomes, Olifiers, Souza, Barbosa, D'Andrea et Maldonado, 2015, из которых для приматов характерны только первые две (Meyer, 1933; Machado Filho, 1950; Baer, 1959; Schmidt, 1972; Gomes et al., 2015). Ху (Hu, 1990) включает в состав данного рода *Prosthenorchis sinicus* Hu, 1990, описанный от собаки *Canis familiaris* L., 1758 из Китая. Однако этот скребень лишен складчатого воротничка в передней части метасомы (Hu, 1990) и, таким образом, не соответствует диагнозу рода *Prosthenorchis* sensu Schmidt, 1972.

Хоботки червей из оригинального материала вооружены 36 крючками, расположенными в 6 спиральных рядах, по 6 крючков в каждом. Среди простенорхисов, зарегистрированных у обезьян, данная комбинация хоботковых крючков характерна для *P. elegans*. Наиболее полное описание этого вида выполнено Мачадо Фильо (Machado Filho, 1950). Исследованные нами паразиты отличаются от *P. elegans*, фигурирующего в работе этого автора в первую очередь по числу складок на воротничке, окружающем передний край метасомы (21—24 против 37—40), и морфологии третьих хоботковых крючков в составе спиральных рядов. В отличие от *P. elegans* sensu Machado Filho, 1950 корни данных крючков у червей из нашего материала имеют четко выраженные передние отростки (рис. 2). Кроме этого, рассматриваемые паразиты отличаются друг от друга по длине тела и длине лезвий хоботковых крючков. В то же время данные Мачадо Фильо (Machado Filho, 1950) противоречат более ранним описаниям этого вида. По данным Дизинга (Diesing, 1856), воротничок *P. elegans* несет 24 складки, а по Мейеру (Meyer, 1933) — 18—20 складок. К сожалению, в описаниях *P. elegans*, выполненных этими авторами, не отражены многие существенные морфологические детали, в частности размеры хоботковых крючков и форма их базальных частей. Данное обстоятельство не позволяет провести полноценное сравнение обнаруженных нами *Prosthenorchis* cf. *elegans* с исследованными ими образцами.

В литературе обнаруживается немного данных о жизненном цикле скребней рода *Prosthenorchis* sensu Schmidt, 1972. По данным французских исследователей, промежуточным хозяином *P. lemuri* (у авторов *P. elegans*) являются тараканы *Blattella germanica* и *Blabera fusca* (Stoll, 1813), а также *Rhyparobia maderae* (Fabricius, 1781) (Brumpt, Urbain, 1938; Brumpt, Desportes, 1938; Dollfus, 1938). Стенкарду (Stunkard, 1965) в эксперименте удалось вырастить личинок *P. elegans* у жуков *Lasioderma serricorne* (Fabricius, 1792) и *Stegobium paniceum* L., 1758. Наши данные подтверждают участие рыжих тараканов в цикле развития скребней рода *Prosthenorchis* sensu Schmidt, 1972. Погибшие особи всех 3 видов тамаринов родились в Московском зоопарке и, следовательно, цикл развития рассматриваемого скребня полностью реализуется в условиях данного зоопарка.

Полученные нами молекулярные данные согласуются с классическими представлениями о принадлежности рода *Prosthenorchis* sensu Schmidt, 1972 к классу Archiacanthocephala (Schmidt, 1972; Amin, 2013, и др.). В то же время эти данные не подтверждают монофилию сем. Oligacanthorhynchidae и отряда Oligacanthorhynchida, и, таким образом, филогения скребней представляется перспективной областью для более широкого применения молекулярных методов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарны Г. И. Атрашкевичу (ИБПС ДВО РАН) за ценные советы. Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ офи_м (№ 15-29-02528).

Список литературы

- Петроченко В. И. 1958. Акантоцефалы домашних и диких животных. М.: Изд-во АН СССР. 2. 458 с.
- Alfaro A., Morales J., Fallas S. 2008. Ileitis y colitis piogranulomatosa en un mono ardilla (*Saimiri oerstedii*) asociada con *Prosthenorchis elegans*. Revista de Ciencias Veterinarias. 26 (2): 81—86. (In Spanish).
- Altschul S. F., Gish W., Miller W., Myers E. W., Lipman D. J. 1990. Basic local alignment search tool. Journal of Molecular Biology. 215 (3): 403—410.
- Amin O. M. 2013. Classification of the Acanthocephala. Folia Parasitologica. 60 (4): 273—305.
- Amin O. M., Ha N. V., Heckmann R. A. 2008. New and already known acanthocephalans mostly from mammals in Vietnam, with descriptions of two new genera and species in Archiacanthocephala. Journal of Parasitology. 94 (1): 194—201.
- Baer J. G. 1959. Helminthes parasites. Exploration des Parcs nationaux du Congo belge. Mission J. G. Baer-W. Gerber, 1958. Bruxelles, Institut des Pares nationaux du Congo belge. 1: 1—163. (In French).
- Brumpt E., Urbain A. 1938. Epizootie vermineuse par acanthocéphales (*Prosthenorchis*) ayant sévi à la singerie du Muséum de Paris. Annales de Parasitologie Humaine et Comparée. 16: 289—300. (In French).
- Brumpt E., Desportes C. 1938. Hôtes intermédiaires expérimentaux de deux espèces d'acanthocéphales (*Prosthenorchis spirula* et *P. elegans*) parasites des lémuriens et des singes. Annales de Parasitologie Humaine et Comparée. 16: 301—304. (In French).
- Chandler A. C. 1953. An outbreak of *Prosthenorchis* infection in primates in the Houston Zoological Garden, and a report of this parasite in *Nasua narica* in Mexico. Journal of Parasitology. 39 (2): 226.
- Diesing K. M. 1856. Zwölf Arten von Acanthocephalen. Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse. 11: 275—290. (In German and Latin).
- Dollfus R. Ph. 1938. Étude morphologique et systématique de deux espèces d'acanthocéphales, parasites de lémuriens et de singes. Revue critique du genre *Prosthenorchis* Travassos. Annales de Parasitologie Humaine et Comparée. 16: 385—422. (In French).
- Folmer O., Black M., Hoeh W. 1994. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. Molecular Marine Biology and Biotechnology. 3 (5): 294—299.
- Hu J. 1990. A new species of *Prosthenorchis* (Oligacanthorhynchida, Oligacanthorhynchidae). Acta Veterinaria et Zootechnica Sinica. 21 (1): 65—66. (In Chinese).
- Golvan Y. J. 1994. Nomenclature of the Acanthocephala. Research and Reviews in Parasitology. 54 (3): 135—205.
- Gomes A. P. N., Olifiers N., Souza J. G. R., Barbosa H. S., D'Andrea P. S., Maldonado A. 2015. A new acanthocephalan species (Archiacanthocephala: Oligacanthorhynchidae) from the crab-eating fox (*Cerdocyon thous*) in the Brazilian Pantanal Wetlands. Journal of Parasitology. 101 (1): 74—79.
- Kralova-Hromadkova I., Tietz D. F., Shinn A. P., Spakulova M. 2003. ITS rDNA sequences of *Pomphorhynchus laevis* (Zoega in Müller, 1776) and *P. lucyi* Williams et Rodgers, 1984 (Acanthocephala: Paleoacanthocephala). Systematic Parasitology. 56 (2): 141—145.
- Machado Filho D. A. 1950. Revisão do gênero *Prosthenorchis* Travassos, 1915 (Acanthocephala). Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. 48: 495—544. (In Portuguese).

- Meyer A. 1933. Acanthocephala. In H. G. Brann Klassen und Ordnungen des Tierreichs. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft M. B. H. 4 (2): 1—582. (In German).
- Moore J. G. 1970. Epizootic of acanthocephaliasis among primates. Journal of the American Veterinary Medical Association. 157 (5): 699—705.
- Schmidt G. D. 1972. Revision of the class Archiacanthocephala Meyer, 1931 (Phylum Acanthocephala), with emphasis on Oligacanthorhynchidae Southwell et Macfie, 1925. Journal of Parasitology. 58 (2): 290—297.
- Stunkard H. W. 1965. New intermediate hosts in the life cycle of *Prosthenorchis elegans* (Diesing, 1851), an acanthocephalan parasite of primates. Journal of Parasitology. 51 (4): 645—649.
- Travassos L. 1917. Contribuições para o conhecimento da fauna helmintologica brasileira. VI. Revisão dos acantocefalos. Parte I. Fam. Gigantorhynchidae Hamann, 1892. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. 9 (1): 5—62. (In Portuguese).

ACANTHOCEPHALANS *PROSTHENORCHIS* CF. *ELEGANS*
(ARCHIACANTHOCEPHALA: OLIGACANTHORHYNCHIDAE),
PARASITES OF PRIMATES IN THE MOSCOW ZOO

S. G. Sokolov, M. V. Alshinetsky, M. V. Berezin,
B. D. Efeykin, S. Ed. Spiridonov

Key words: Archiacanthocephala, Oligacanthorhynchida, Oligacanthorhynchidae, *Prosthenorchis* cf. *elegans*, *Eulemur macaco*, *Saguinus oedipus*, *Saguinus fuscicollis*, *Saguinus midas*, *Blattella germanica*, cistacanth, intermediate host, ITS1 rDNA, CO1 mtDNA, phylogeny, Moscow Zoo.

SUMMARY

Acanthocephalans *Prosthenorchis* cf. *elegans* were found in primates in the Moscow Zoo. The larvae of these parasites (cistacanth) were found in cockroaches *Blattella germanica* that had been captured near aviaries of infected animals. Descriptions and drawings of adult parasites and their larvae are given. Analysis of *Prosthenorchis* cf. *elegans* genes ITS1 rDNA and CO1 mtDNA shows phylogenetic relations of these parasites with several representatives of the class Archiacanthocephala. The obtained molecular data, however, do not support the monophyly of the family Oligacanthorhynchidae and the order Oligacanthorhynchida.